

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет приборостроения, информационных
технологий и электроники
Кафедра «Электроэнергетика и электротехника»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ**

по дисциплине: «Электронные и электрические аппараты»
на тему: «Расчет магнитной системы нейтрального реле и его основных
характеристик»

ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 213. 001-ПЗ

Студент: _____ Калаев А.С.

Группа: 14ПЭ2

Руководитель: _____ Ларкин С.Е.
к.т.н., доцент

Работа защищена с оценкой удовл.

Преподаватель _____

Дата защиты 26.06.17.

Пенза 2017 г.

Задание

Вариант задания для данной курсовой работы - №7.

Количество контактов		Рабочий ход контактов l_x , мм	Вид сечения сердечника	Коэффициент ускорения K_y	Рабочее напряжение, В
A	B				
7	1	3,2	круг	0,53	24

1. Определить геометрические размеры магнитопровода.
2. Определить электромагнитное усилие F_{Σ} .
3. По результатам пунктов 1 и 2 задания определить намагничивающую силу F_n .
4. Определить геометрические размеры катушки, диаметр провода, диаметр провода с обмоткой и количество витков W .
5. Определить активное сопротивление обмотки $R_{об}$ и индуктивности обмотки при опущенном (L_1) и притянutom (L_2) якоре.
6. Определить время срабатывания на притяжение (t_{cp}) и отпускание ($t_{от}$).
7. Определить сопротивление дополнительного резистора из условия заданного времени на отпускание реле.
8. Построить графики изменения тока обмотки реле во времени при притяжении и отпускания якоря, в соответствии со схемой включения реле.
9. Начертить конструкцию реле и привести его электрические ($U, R_{об}, P_{cp}, I_{cp}, I_{от}, I_{уст}, L_1, L_2$) и временные ($t_{cp}, t_{от}$) параметры.

					<i>ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 208. 001-ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Калаев А.С.			Расчет магнитной системы нейтрального реле и его основных характеристик	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ларкин С.Е.					2	31
Реценз.						Кафедра «ЭиЭ» гр. 14ПЭ2		
Н. Контр.								
Утверд.								

Содержание

Задание.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.Расчет геометрических размеров реле.....	5
2.Расчет электромагнитного усилия.....	7
3.Определение намагничивающей силы.....	7
5.Расчет числа витков и сечения обмоточного провода.....	9
6.Расчет активного сопротивления обмотки и индуктивности катушки при отпущенном и притянutom якорe.....	12
7.Расчет переходного процесса.....	14
Вывод.....	18
Список литературы.....	19
Приложение1	20
Приложение2.....	21
Приложение3.....	22

ВВЕДЕНИЕ

Реле — электромагнитный аппарат (переключатель), предназначенный для коммутации электрических цепей при заданных изменениях электрических или не электрических входных величин. Широко используется в различных автоматических устройствах. Различают электрические, пневматические(температурные), механические виды реле, но наибольшее распространение получили электрические (электромагнитные) реле, в которых изменение входной электрической величины вызывает механическое перемещение якоря, приводящие к замыканию или размыканию контактов реле.[1]

Реле можно классифицировать по следующим признакам:

- по значению - управления, защиты и сигнализации;
- по принципу действия - электромеханические (электромагнитные, нейтральные, электромагнитные поляризованные, магнитоэлектрические, электродинамические, индукционные, электротермические), магнитные бесконтактные, электронные, тригерные, фотоэлектронные, ионные;
- по мощности управления - маломощные с мощностью управления $P_y < 1$ Вт, средней мощности с $P_y = 1...10$ Вт; мощные с $P_y > 10$ Вт.
- по времени срабатывания - безынерционные $t_{ср} < 0,001$ с, быстродействующие $t_{ср} = 0,001...0,05$ с; нормальные - $t_{ср} = 0,05...0,15$ с; замедленные $t_{ср} = 0,15... 1$ с и реле времени $t_{ср} > 1$ с.

Если электромагнитные реле используются для переключения мощных цепей тока, то они называются контакторами. Реле и контакторы являются устройствами прерываемого действия.

Электромагнитные реле по роду используемого тока делятся на реле постоянного и переменного тока.

					ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 208. 001-ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Расчет геометрических размеров реле.

На Рисунке 1 показана конструкция электромагнитного реле с угловым движением якоря, где 1 – каркас с обмоткой; 2- ярмо; 3 – выводы обмотки; 4 – контактные пружины; 5 – замыкающий контакт (ЗК); 6 – подвижные контакты; 7 – размыкающий контакт (РК); 8 – якорь; 9 – штифт отмыкания; 10 – сердечник.

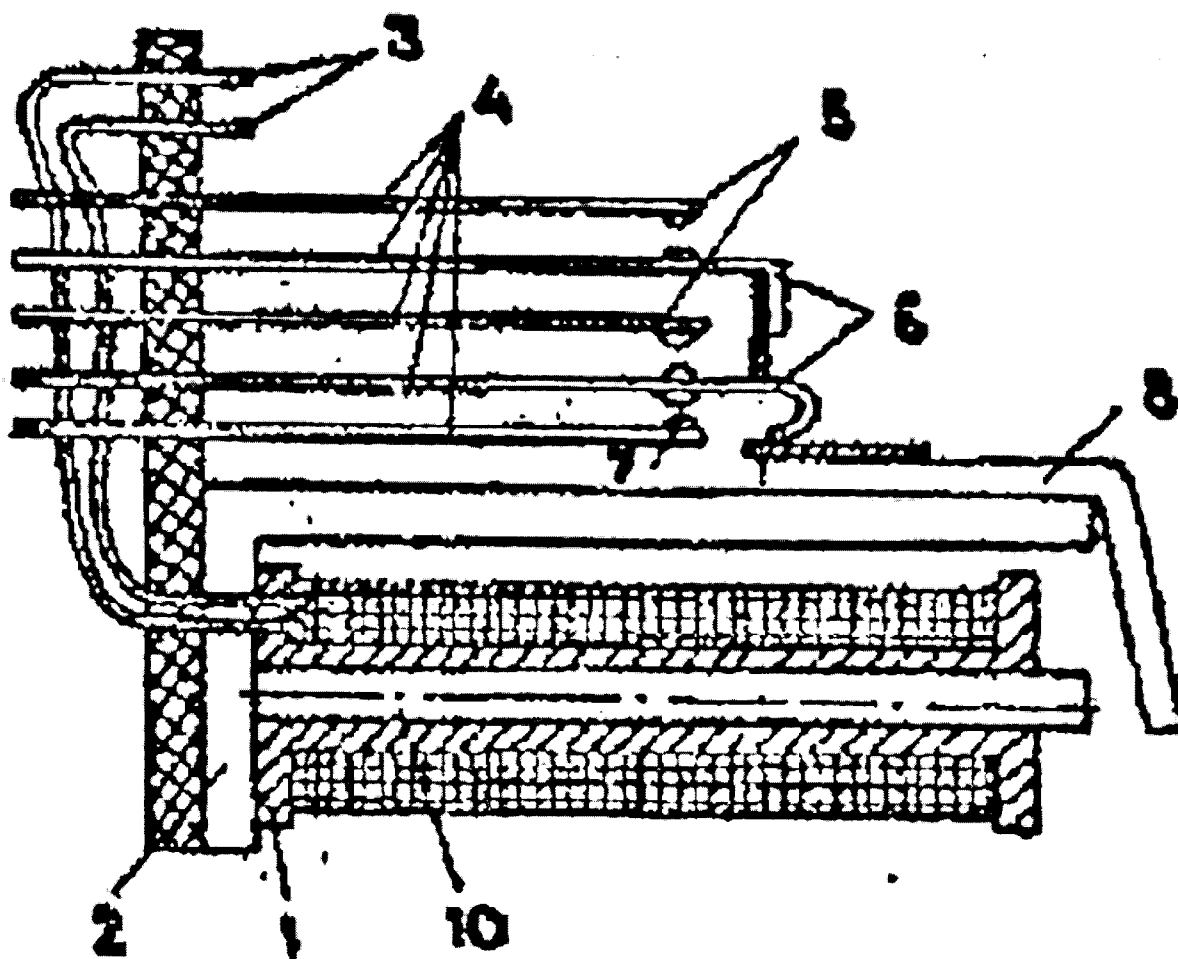


Рисунок 1. Конструкция реле

Электромагнитное реле состоит из трех основных частей: контактной системы (контактные пружины, выполненные из материала нейзильбера), магнитопровода (ярмо, сердечник, якорь, выполненный из мягкой стали) и обмотки катушки. Магнитную цепь составляют: сердечник, ярмо, якорь и воздушный зазор между якорем и сердечником.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 208. 001-ПЗ

Лист

4

Основные расчетные формулы и результаты геометрических размеров приведены в таблице 1, а его геометрические размеры на рис.2.

Основные соотношения	Результаты расчета
$l_x/l_4 = 0.08$	$l_4 = 40 \text{ мм}$
$l_4/l_5 = 1.6$	$l_5 = 25 \text{ мм}$
$l_6/l_5 = 0.08$	$l_6 = 2 \text{ мм}$
$l_5/l_2 = 5.5$	$l_2 = 4.545 \text{ мм}$
$l_3/l_4 = 1.4$	$l_3 = 56 \text{ мм}$
$l_1 = l_3 + l_4$	$l_1 = 96 \text{ мм}$
$l_5/d = 1.66$	$d = 13.297 \text{ мм}$
$l_7 = 0.5...1$	$l_7 = 1 \text{ мм}$
$l_8 = 2...5$	$l_8 = 2 \text{ мм}$

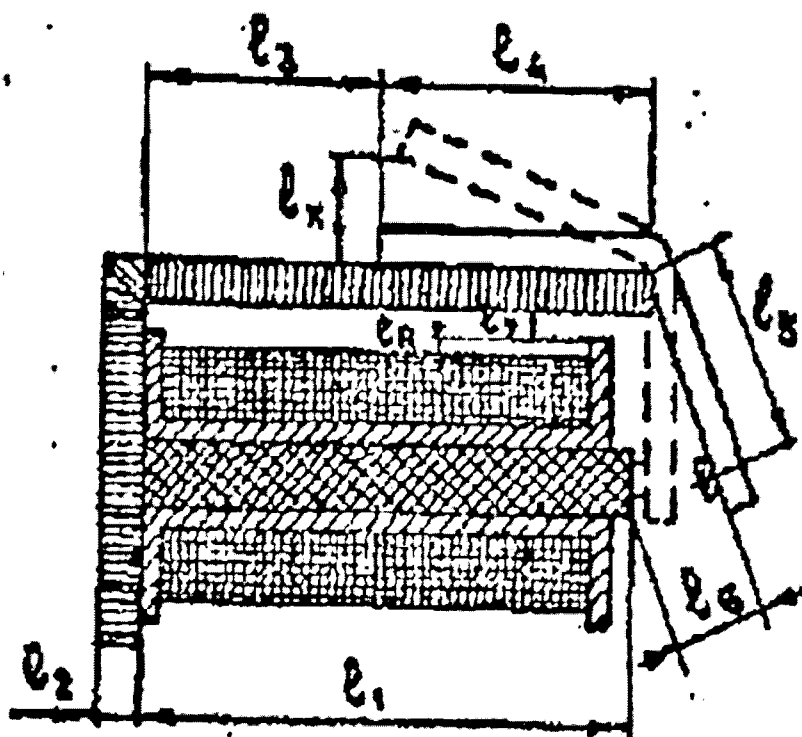


Рисунок 2. Геометрические размеры реле

2. Расчет электромагнитного усилия

Электромагнитное усилие создается энергией магнитного поля, запасенной в воздушном зазоре.

Усилие на контакты определяется выражением:

$$F_K = N \cdot m,$$

где: N – количество контактов, m – упругость одного контакта.

Упругость контактов группы A = 10 г.

Упругость контактов группы B = 12 г.

$$F_K = (n \cdot Fa1 + m \cdot Fb1) \cdot g = 0.804 \text{ Н.}$$

Усилие, создаваемое электромагнитом:

$$F_n = F_K \frac{l_4}{l_5} = 1.286 \text{ Н.}$$

Электромагнитное усилие определяется выражением:

$$F_3 = k_y \cdot F_n$$

где k_y – коэффициент усиления, обычно составляет 2...4. Принимаем $k_y = 4$

$$F_3 = 5.143 \text{ Н.}$$

3. Определение намагничивающей силы

В первую очередь, необходимо рассчитать рабочий магнитный поток системы. Рассчитаем магнитный поток по формуле Максвелла [2]:

$$\Phi = \sqrt{2 \cdot \mu_0 \cdot F_3 \cdot S_p},$$

где μ_0 – постоянная, характеризующая магнитные свойства вакуума, $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} = 1.256 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}$, S_p - площадь сечения воздушного зазора.

Принимаем площадь сечения S_p воздушного зазора равной площади сечения сердечника.

$$S_p = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 1.389 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

					ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 208. 001-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

где d – диаметр круглого сердечника.

Тогда:

$$\Phi = 43,37 \text{ мкВб}$$

Намагничивающая сила может быть определена из закона полного тока:

$$F_H = I \cdot W = H \cdot l,$$

Первая часть уравнения может быть представлена как сумма составляющих:

$$H \cdot l = H_1 \cdot l_1 + H_2 \cdot l_{\text{я}} + H_p \cdot l_p,$$

где $H_1 \cdot l$ - напряженность и длина сердечника,

$H_2 \cdot l_{\text{я}}$ - напряженность и длина ярма и якоря,

$H_p \cdot l_p$ - напряженность и длина воздушного зазора.

Напряженность на каждом участке системы можно найти из формулы:

$$\mu \cdot \mu_0 \cdot H = B,$$

где μ - относительная магнитная проницаемость. Для материала магнитопровода реле $\mu = 18000$

Откуда:

$$H_i = \frac{B}{\mu \cdot \mu_0} = \frac{\Phi}{\mu \cdot \mu_0 \cdot S}$$

Тогда намагничивающая сила определяется:

$$F_H = \frac{\Phi}{\mu_0} \cdot \left(\frac{l_3 + l_4}{\mu \cdot S_p} + \frac{l_{\text{я}}}{\mu \cdot S_{\text{я}}} + \frac{l_6}{S_p} \right)$$

где $S_{\text{я}}$ - площадь сечения ярма и якоря (площадь сечения ярма принимается в два раза меньше площади сечения сердечника).

$$S_{\text{я}} = \frac{S_p}{2} = 6.943 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2,$$

$$l_{\text{я}} = 2 \cdot l_5 \cdot l_2 + l_3 + l_4 = 323.25 \text{ мм},$$

Полученные значения подставим в формулу, получим:

$$F_H = 490.925 \text{ Н}.$$

					ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 208. 001-ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Расчет числа витков и сечения обмоточного провода

Катушка наматывается на каркасы из электрокартона или пластмассы (толщина каркаса l_T примерно 1 мм) и по своей форме может быть круглой или квадратной. По заданию сечение сердечника круглой формы, что показано на рисунке 3.

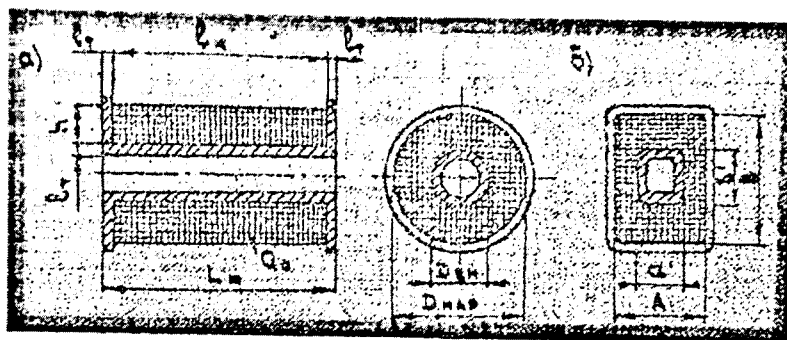


Рисунок 3.

Катушка характеризуется длиной каркаса L_K (при расчете принять $L_K = 0.98 * l_1$), длиной l_K и высотой h окна намотки, а также внутренним и внешним размерами намотки:

$$L_K = 0.98 * (l_3 + l_4) = 0.98 * 84 = 94.08 \text{ мм.}$$

$$l_K = L_K - 2 * l_T = 92.08 \text{ мм.}$$

Для катушки с сердечником круглого сечения:

Наружный диаметр:

$$D_{\text{нар}} = 2 * (l_5 - l_2 - l_7 - l_8) = 34.91 \text{ мм,}$$

Внутренний диаметр:

$$D_{\text{вн}} = d + 2 * l_T = 15.297 \text{ мм.}$$

Рассчитаем максимальную высоту окна намотки по формуле:

$$h_{\text{max}} = l_5 - l_2 - l_7 - l_8 = 17.455 \text{ мм,}$$

					ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 208. 001-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Определяем длину средней линии витка обмотки:

$$l_{\text{ср}} = \pi * \frac{D_{\text{нар}} + D_{\text{вн}}}{2} = 78.865 \text{ мм.}$$

Для выполнения намотки применяют главным образом медную изолированную проволоку с удельным сопротивлением $\rho = 0,01275 \text{ Ом*мм}^2/\text{м}$. Эмалевой изоляцией проводов будет изоляция марки ПЭВ (провод с винфлексовой эмалевой изоляцией), которая имеет лучшее сцепление с металлом.

Расчет диаметра провода:

Удельное сопротивление проволоки $\rho = 1.75 * 10^{-5} \text{ Ом*мм}^2/\text{м}$.

$$d = \sqrt{\frac{4 * \rho * l_{\text{ср}} * F_{\text{н}}}{\pi * U}} = 0.19 \text{ мм.}$$

Округляем полученное значение до ближайшего стандартного [2]

$$d = 0.2 \text{ мм.}$$

При диаметрах провода $d < 0.35 \text{ мм}$. Применяют “дикую” намотку, так как тонкие провода трудно укладывать упорядоченно. Диаметр проволоки с учетом изоляции $d_{\text{пр}}$ несколько больше, чем диаметр проволоки по меди d , т.е.

$$d_{\text{пр}} = k * d$$

Где k – коэффициент, учитывающий толщину и вид изоляции, определяемый по справочным таблицам.

Для проводов с диаметром $d < 0.35 \text{ мм}$ и эмалевым покрытием $k = 1.12$ [2].

$$d_{\text{пр}} = 0.224 \text{ мм.}$$

Рассчитываем число витков обмотки:

$$W = \frac{4 * F_{\text{н}}}{j * \pi * d^2}$$

					ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 208. 001-ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Где j – плотность тока, которая находится в пределах от 2 – 5 А/мм² для указанного типа провода, принимаем $j = 4$ А/мм².

Получим:

$$W = 3.907 * 10^3$$

Проверяем возможность размещения витков в окне катушки:

Площадь окна магнитопровода:

$$Q_K = l_K * h_{max} = 1607 \text{ мм}^2.$$

Максимальное число витков обмотки:

$$W_{max} = \frac{Q_K}{d_{пр}^2 + \beta}$$

где $\beta = 0.02 \text{ мм}^2$ коэффициент учитывающий несплошность намотки.

Откуда получим:

$$W_{max} = 3.08 * 10^4$$

Как видно из полученного значения витки будут занимать меньше $\frac{1}{4}$ высоты окна намотки.

Определим истинную высоту окна намотки:

$$h_{и} = \frac{W * h_{max}}{W_{max}} = 2.214 \text{ мм.}$$

Проводим корректирующий расчет:

$$D_{нар} = D_{вн} + 2 * h_{и} = 19.724 \text{ мм.}$$

Тогда длина средней линии:

$$l_{ср} = \pi * \frac{D_{нар} + D_{вн}}{2} = 55.011 \text{ мм.}$$

Диаметр провода:

					ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 208. 001-ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$d = \sqrt{\frac{4 * \rho * l_{cp} * F_H}{\pi * U}} = 0.158 \text{ мм.}$$

Округляем полученное значение до ближайшего стандартного [2]

$$d = 0.16 \text{ мм.}$$

С учетом изоляции диаметр провода будет:

$$d_{из} = k * d = 0.179 \text{ мм.}$$

Число витков:

$$W = \frac{4 * F_H}{j * \pi * d^2} = 6.104 * 10^3 \text{ мм.}$$

5. Расчет активного сопротивления обмотки и индуктивности катушки при отпущенном и притяннутом якоре.

Активное сопротивление обмотки определяется по формуле:

$$R_{обм} = \frac{\rho * 4 * l_{cp} * W}{\pi * d^2} = 292.271 \text{ Ом.}$$

Установившийся ток в обмотке:

$$I_{уст} = \frac{U}{R_{обм}} = \frac{12}{91.4} = 0.082 \text{ А.}$$

После определения тока в обмотке ее сопротивления и количества витков, можно перейти к определению индуктивности. Так как все витки обмотки пронизываются одним и тем же потоком Φ , то потокосцепление ψ будет определяться формулой:

$$\psi = W * \Phi$$

Потокосцепление пропорционально току I ; протекающему по катушке

$$\psi = L * I$$

Определяем индуктивность обмотки из приведенных выражений:

					ПензГУ 0. 6-КР. 130302. 208. 001-ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$L_{\text{обм}} = \frac{\psi}{I} = \frac{W * \Phi}{I}$$

Необходимо отметить, что магнитный поток Φ изменяется при изменении зазора. Поэтому реле будет иметь различные индуктивности при отпущенном и притянutom якорь.

При отпущенном якорь магнитный поток был рассчитан ранее:

$$\Phi = 43.37 \text{ мкВб}$$

Из формулы для определения намагничивающей силы можно определить Φ при притянutom якорь. С учетом длины штифта, равной $0.2 * l_6$ мм, формула примет вид:

$$\Phi_2 = \frac{F_H * \mu_0}{\left(\frac{0.2 * l_6}{S_p} + \frac{l_2 + l_3 + l_4 + 2 * l_5}{S_{\text{я}} * \mu} + \frac{l_3 + l_4}{S_p * \mu} \right) * \frac{1}{1000}} = 203 \text{ мкВб}$$

Откуда:

Индуктивность при отпущенном якорь:

$$L_1 = \frac{\Phi * W}{I_{\text{уст}}} = 3.149 \text{ Гн.}$$

Индуктивность при притянutom якорь:

$$L_2 = \frac{\Phi_2 * W}{I_{\text{уст}}} = 15.089 \text{ Гн.}$$

6. Расчет переходного процесса

С точки зрения теории цепей, обмотка электромагнитного реле представляет собой активно-индуктивную нагрузку (Рисунок 4).

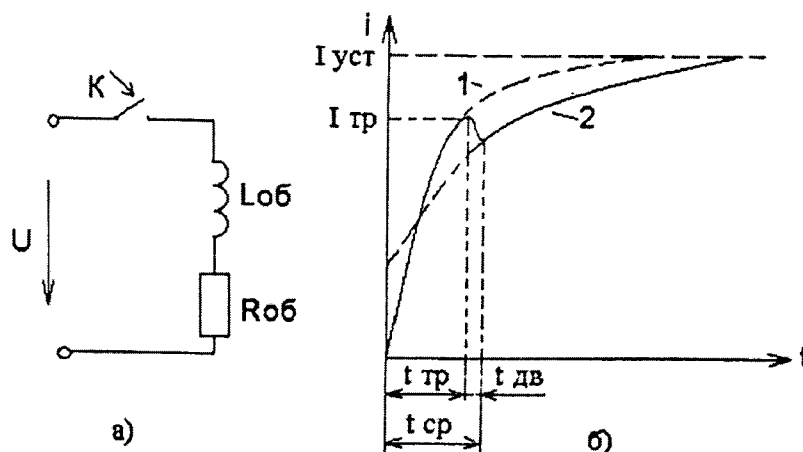


Рисунок 4.

Схема замещения реле (а) и переходные характеристики при включении (б). Подключение обмотки возбуждения реле к источнику постоянного напряжения не сопровождается скачкообразным изменением тока. Закон изменения тока обмотки может быть получен применением теории переходных процессов в электрических цепях. Данный закон и определяет в основном время срабатывания на реле. Подобный процесс наблюдается и при отпуске якоря реле.

Задача рассмотрения переходного процесса в электромагнитных реле осложняется тем, что при индуктивности обмотки в процессе перемещения якоря изменяется.

Графически зависимость $i(t)$ при включении реле представляет собой экспоненту (пунктирная кривая на рисунке 4(б)), построенную в предположении, что индуктивность цепи неизменна

$$i(t) = I_{уст} (1 - e^{\frac{-t}{\tau_1}})$$

Где $I_{уст}$ - установившееся (принужденное) значение тока в обмотке
 τ_1 – постоянная времени

$$\tau_1 = \frac{L_1}{R_{об}} = 11 * 10^{-3} \text{ с.}$$

Где L_1 – индуктивность обмотки при отпущенном якоре

$R_{об}$ – активное сопротивление обмотки

Как было отмечено ранее, при достижении током $i(t)$ некоторого значения $I_{тр}$ (этому моменту соответствует $t_{тр}$) начинается движение якоря. В течении времени $t_{дв}$ ток изменяется под влиянием приложенного напряжения и меняющейся в процессе движения якоря индуктивности. Как только якорь притянется к сердечнику, индуктивность обмотки перестанет изменяться и ток снова возрастет по экспоненте (кривая 2 на рисунке 4(б)), но с большей постоянной времени (где L_2 – индуктивность при притянutom якоре).

Следует отметить, что время движения $t_{дв}$, как правило, значительно меньше времени трогания, а ток срабатывания можно считать приблизительно равным $I_{тр}$. Тогда, учитывая, что при $t=t_{тр}$, ток $i=i_{тр}$ из ранее приведенных формул можно определить время и ток срабатывания

$$I_{ср} = \frac{I_{уст}}{K_{зап}} = \frac{I_{уст}}{\sqrt{K_y}} = 0.041 \text{ А.}$$

$$t_{ср} = \tau_1 * \ln \left(\frac{I_{уст}}{I_{уст} - I_{ср}} \right) = 7.469 * 10^{-3} \text{ с.}$$

Рассмотрим теперь переходный процесс, возникающий при прекращении подачи рабочего напряжения на обмотке реле. Энергия, запасенная в магнитном поле обмотки, создает переходный процесс (рисунок 5), поддерживая некоторое время ток за счет дугового или искрового разряда между контактами в управляющей цепи. Из-за наличия искрового промежутка между контактами при отключении реле, анализ кривой изменения в обмотке реле при отсутствии элементов искрогашения не поддается теоретическому описанию. Поэтому в качестве исходной величины для определения времени отпускания реле используется постоянная времени. Исходя из этого, теоретическое время срабатывания реле на отпускание $t_{отп}$, считается так:

$$I_{от} = k_{воз} * I_{ср} = 0.025 \text{ A.}$$

$$\tau_2 = \frac{L_2}{R_{обм}} = 0.052 \text{ с.}$$

$$t_{от} = \tau_2 * \ln\left(\frac{I_{уст}}{I_{от}}\right) = 0.062 \text{ с.}$$

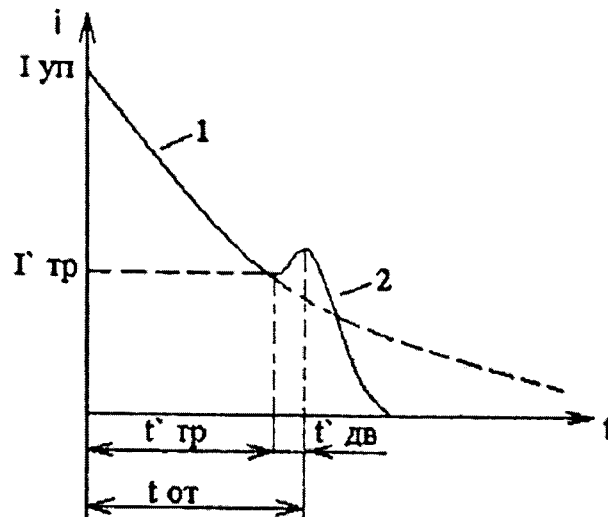


Рисунок 5.

Процесс искрения, возникающий при отключении реле, является нежелательным, так как приводит к преждевременному износу контактов и выходу их из строя. На практике для искрогашения обычно используют метод, основанный на включении параллельно обмотке каких-либо элементов (Рисунок 6). Принцип действия таких схем основан на том, что при размыкании контактов ток переходного процесса $i_{пер}$ проходит по замкнутому контуру, минуя сами контакты.

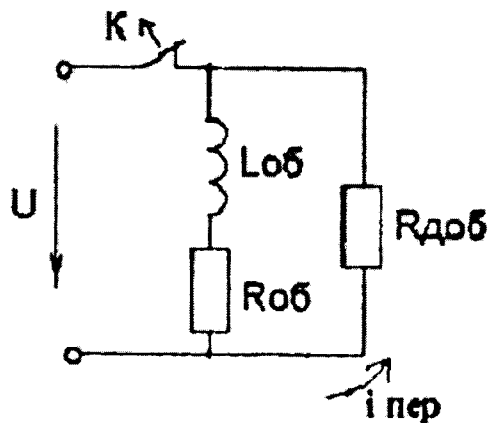


Рисунок 6.

По заданию данной курсовой работы необходимо уменьшить время отпускания реле(коэффициент ускорения $k_y = 0,53$), значит, время отпускания будет равно:

$$t'_{от} = k_y * t_{от} = 0.033 \text{ с.}$$

$$\tau_{нов} = \frac{t'_{от}}{\ln\left(\frac{I_{уст}}{I_{от}}\right)} = 0.027 \text{ с.}$$

$$\tau_{нов} = \frac{L2}{R_{обм} + R_{доб}}$$

Выражаем $R_{доб}$:

$$R_{доб} = \frac{L2}{\tau_{нов}} - R_{обм} = 259.184 \text{ Ом.}$$

Из ряда Е24 выбираем $R_{доб} = 270 \text{ Ом.}$

Мощность срабатывания рассчитывается по формуле:

$$P_{ср} = I_{ср}^2 * R_{обм} + \frac{U^2}{R_{доб}} = 2.715 \text{ Вт.}$$

ВЫВОД

В данной курсовой работе было рассчитано электромагнитное реле постоянного тока, относящееся к быстродействующим, обеспечивающее переключение пяти контактов. Выбранная схема включения реле с учетом искрогашения не является энергосберегающей, но помогает предотвратить подгорание контактов реле. Чертеж конструкции реле представлен в приложении 1, а его геометрические размеры на стр.6. переходные процессы, протекающие в обмотке, представлены в приложении 2 (при притягивании якоря) и в приложении 3 (при отпуске якоря).

$$R_{об} = 292.271 \text{ Ом.}$$

$$I_{уст} = 0.082 \text{ А.}$$

$$I_{сраб} = 0.041 \text{ А.}$$

$$t_{ср} = 7.469 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

$$I_{от} = 0.025 \text{ А.}$$

$$t_{от} = 0.033 \text{ с.}$$

$$L_1 = 3.149 \text{ Гн}$$

$$L_2 = 15.089 \text{ Гн.}$$

$$\tau_1 = 11 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

$$\tau_2 = 0.052 \text{ с.}$$

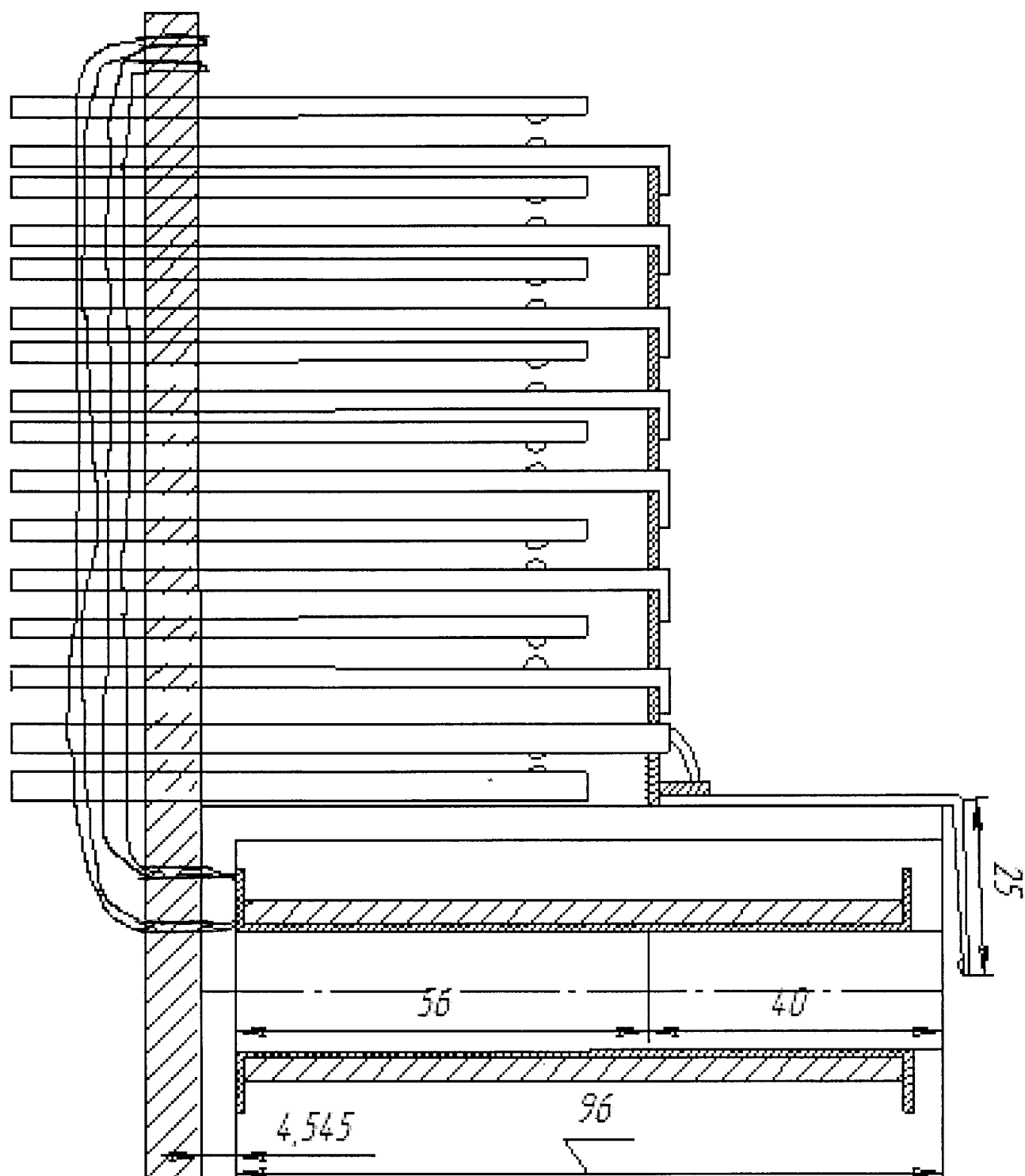
$$R_{доб} = 50.3 \text{ Ом.}$$

$$P_{ср} = 2.715 \text{ Вт.}$$

Список литературы

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс. Учебник для вузов. 3-е издание, переработанное и дополненное –М., Энергоатомиздат, 1988г. -720с.
2. Расчет магнитной системы нейтрального реле и его основных характеристик. Методическое указание к выполнению курсовой работы.-Пенза, ППИ, 1993г. -30с.
3. Бесонов Л.А. Теоретические основы электротехники. –М., Высш.шк., 1978г. -97с.

How to Study



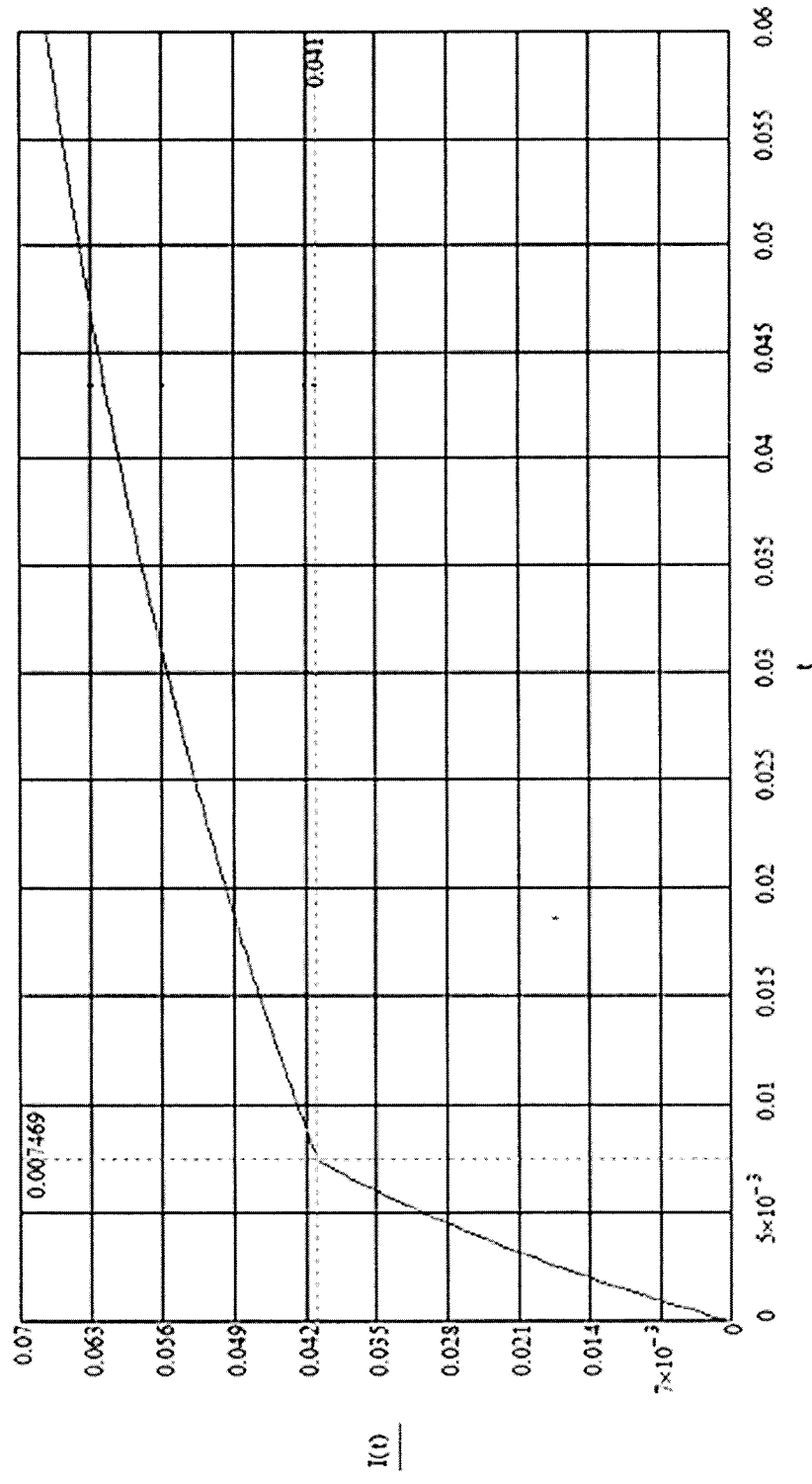
пензгү 06-КР.130302213.001-пз

Чертеж конструкции реле

Приложение 1

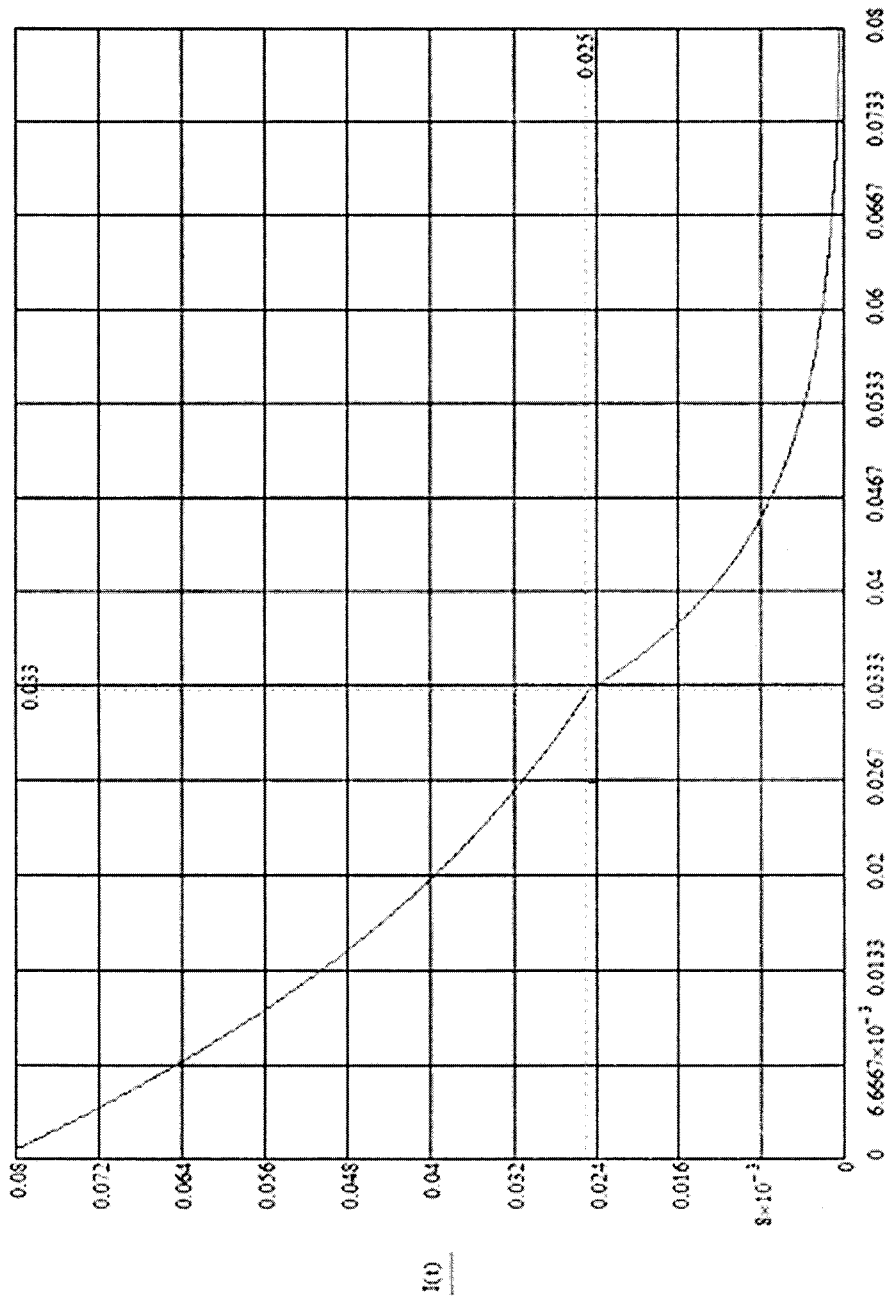
ANAL		PAGES		REMARKS	
2	2				
ANAL				NOTES 1	

РЕНТУ О. 6-КР. 130302. 208. 001-ТЧ



Инд. № подл.	Подл. и дано	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подл. и дано

[illegible]



Инд № подл	Подп и дата	Взам инд №	Инд № подл	Подп и дата
------------	-------------	------------	------------	-------------

ПензГУ 0.6-КР. 130302. 208. 001-ТЧ		Лист	Масса	Масштаб
Переходной процесс		22		
Приложение 3.		Лист	Листов	1
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разработ.	Калашев А.С.			
Проб.	Ларкин С.Е.	С.Е.		
Техн.пр.				
Начальн.пр.				
Утв.				